

**Produção de Café Sustentável
no Parque Nacional da Gorongosa
O efeito do ensombramento na produtividade de café**

Gonçalo Mendes Vidal Ramires

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Agronómica

Orientador: Augusto Manuel Nogueira Gomes Correia

Júri:

Presidente: Doutor, Joaquim Miguel Rangel da Cunha Costa, Professor auxiliar, Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogal: Doutor, Augusto Manuel Nogueira Gomes Correia, Professor Associado com Agregação, Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogal: Doutora, Maria José Brito Monteiro da Silva, Investigadora Auxiliar, Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Agradecimentos

A realização desta dissertação é diretamente dependente do esforço de muitas pessoas. Em primeiro lugar, o meu maior agradecimento vai para o meu coordenador, o professor Augusto Manuel Correia, pela oportunidade, confiança e por todo o tempo que me despendeu e para a Dra. Ana Ribeiro, pela disponibilidade, abertura e confiança para que eu pudesse fazer parte deste projeto.

Agradecer também ao projeto GorongosaCafé, que possibilitou a minha deslocação a Moçambique ao abrigo do acordo trilateral entre Portugal, Moçambique e Brasil.

Um agradecimento especial à professora Maria José Silva pela ajuda no tratamento dos dados e todos os seus conselhos.

Gostaria ainda de agradecer a toda a equipa presente no projeto pelos conselhos e indicações os quais auxiliaram a definir o meu rumo, em especial a Marcos Chova, Bebe Filipe Castro, Mecheque Geremias, Sional Moiane e Pedro pela amizade e experiência inolvidável, bem como pelo precioso apoio na preparação de todo o trabalho.

Por fim, à minha família por todo o acompanhamento no meu percurso académico, nos bons e maus momentos, pois esta dissertação também é a deles.

Gonçalo Ramires

Resumo

Os sistemas agroflorestais são hoje uma das ferramentas apontadas para, em determinadas circunstâncias, ajudar a resolver problemas ambientais e de adaptação às alterações climáticas.

A Serra da Gorongosa onde o trabalho foi desenvolvido, debate-se, por vários motivos com uma desflorestação devastadora que é imperioso estancar.

A intervenção internacional no Parque da Gorongosa, aceitando que tal desflorestação pode ser desastrosa em termos ambientais resolveu fazer uma intervenção na serra optando pelo ensombramento que sendo um sistema agroflorestal, para além de replantar árvores essenciais para a diminuição da erosão e a captação das águas da chuva, introduziu, debaixo delas, cafeeiros para conseguir dar alguma renda aos agricultores e torna-los guardiões dos seus ecossistemas.

O trabalho de campo efetuado, comparando árvores de sombra e densidade de ensombramento, aponta, ainda que de forma preliminar, que o sistema de ensombramento pode ser uma resposta adequada a algumas das preocupações do mundo rural naquela região.

A continuação do estudo, selecionando as árvores de sombra adequadas e a intensidade de sombra adequada para cada uma das situações poderá ser, num futuro próximo, a solução que permitirá às populações rurais responder a questões que eles próprios não ponderem com a adaptação as alterações climáticas e à preservação ambiental.

Palavras Chave: Café, Gorongosa, Sustentabilidade, Desflorestação, Ensombramento

Abstract

Agroforestry systems are today pointed as a tool that can help to fix, in some conditions, issues as environmental problems and helping to adapt to the climate change.

The work has been developed in Serra da Gorongosa where is very important to look at a deforestation that is already catastrophic and we need to stop.

In this conditions, the national park and international cooperation, have decided to start an intervention concerned with the possible damage that deforestation may have on the life of the park. Some work has been done already with the replantation of the forest in a agroforest system with shade and coffee plants. Locals are responsible for the protection of the

ecosystem and like this is possible to prevent soil erosion and to retain the rain water, which is essential for the natural rivers of the mountain.

The field work done, with the compare between shadow trees and their density, seems to show that this system can be an answer for the problems that are present on the mountain and in the national park.

Continuing this work will allow to have better answers, with a deep study of the shadow trees and their density, which will allow the locals to be better prepared for climate changes and deforestation.

Key words: Coffee, Gorongosa, Sustainability, Deforestation, Shading

Índice

| | |
|--|----|
| 1. Introdução | 1 |
| 2. Gorongosa..... | 1 |
| 2.1. Contextualização | 2 |
| 2.2. Situação atual..... | 3 |
| 2.3. Objetivos da intervenção | 5 |
| 3. Sistemas agroflorestais..... | 7 |
| 3.1. Sustentabilidade..... | 10 |
| 3.2. Ensombramento | 13 |
| 3.2.1. Consequências do ensombramento | 14 |
| 3.2.2. Características das árvores de sombra..... | 16 |
| 3.3. Café | 18 |
| 3.3.1. <i>Coffea arabica</i> | 19 |
| 3.3.2. Aspectos botânicos de <i>Coffea arabica</i> | 19 |
| 3.3.3. Fatores condicionantes de <i>Coffea arabica</i> | 21 |
| 3.3.4. Costa Rica vs. Catimor ¹²⁸ | 23 |
| 4. O projeto “na serra”, razões e objetivos..... | 25 |
| 5. Objetivo | 28 |
| 6. Material e métodos..... | 29 |
| 7. Resultados | 42 |
| 8. Discussão..... | 44 |
| 9. Conclusão | 47 |
| 10. Referências | 48 |

Lista de Tabelas e Figuras

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Fertilização foliar ótima para <i>Coffea arabica</i> | 22 |
| Tabela 2 - Níveis ótimos do solo para <i>Coffea arabica</i> | 23 |
| Tabela 3 - Dados climáticos 2018 – Chimoio..... | 31 |
| Tabela 4 - Áreas selecionadas | 40 |
| Tabela 5 - Produtividade estimada por hectare(kg) (Costa Rica)..... | 44 |
| Tabela 6 - Rendimento Costa Rica (€/hectare)..... | 45 |
| Tabela 7 - Produtividade estimada por hectare(kg) (Catimor128)..... | 45 |
| Tabela 8 - Rendimento Catimor128 (€/hectare)..... | 46 |
| | |
| Figura 1 - Desflorestação mundial..... | 1 |
| Figura 2 – Disposição da folha..... | 19 |
| Figura 3 - Flores <i>Coffea arabica</i> | 20 |
| Figura 4 - Fruto <i>Coffea arabica</i> | 20 |
| Figura 5 - Mapa Parque Nacional da Gorongosa mais zonas ‘tampão’ | 25 |
| Figura 6 – Viveiros de plantas de café..... | 26 |
| Figura 7 - Dados mensais temperatura e precipitação | 29 |
| Figura 8 - Temperaturas máximas por nº de dias | 30 |
| Figura 9 - Velocidade do vento..... | 30 |
| Figura 10 - Vista geral das áreas selecionadas | 41 |
| Figura 11 - Produtividade estimada por hectare (kg) para a variedade Costa Rica | 42 |
| Figura 12 - Produtividade estimada por hectare (kg) para a variedade Catimor128 | 43 |

1. Introdução

No contexto mundial, temas como a desflorestação e sustentabilidade têm vindo a tomar cada vez mais importância nos países e nas suas agendas, com vista à subsistência do nosso planeta. A figura 1 mostra no contexto mundial as áreas mais importantes e o avanço da desflorestação.

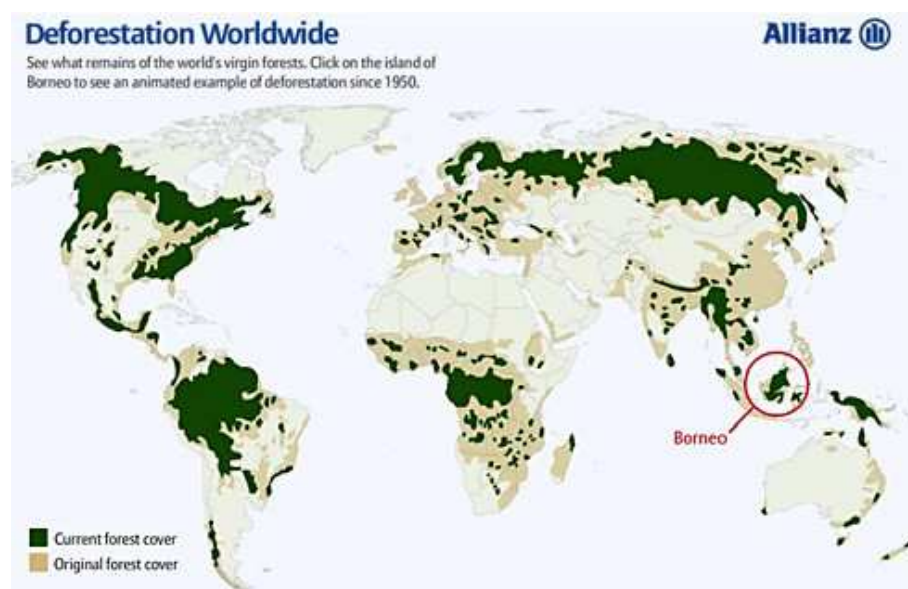


Figura 1 –
Desflorestação
mundial. Fonte: Allianz

Neste contexto, surgiu a oportunidade de me integrar, ao abrigo do plano de cooperação trilateral entre Portugal, Brasil e Moçambique, no projeto 'Produção Sustentável de Café no Parque Nacional da Gorongosa em sistema Agroflorestal integrado no contexto de desflorestação, alterações climáticas e segurança alimentar' na Serra da Gorongosa, que pretende contribuir de forma direta para ajudar a melhor entender estas questões.

Assim, neste panorama surge o grande objetivo desta dissertação, onde pretendemos que no final da leitura da mesma se possa ficar a perceber como diferentes níveis de ensombramento têm influência na produtividade de plantas de café.

Com os resultados obtidos desejamos dar um pequeno contributo para a discussão destes assuntos, sendo que, no limite, procuramos afirmar que a subsistência pode existir sem a necessidade de desflorestação e sem o uso excessivo de recursos, neste caso na Serra da Gorongosa.

2. Gorongosa

2.1. Contextualização

O tema principal desta dissertação teve como local da sua realização o Parque Nacional da Gorongosa, mais concretamente na serra da Gorongosa, província de Sofala, Moçambique.

Importa saber um pouco mais sobre o parque e todo o projeto envolvente, no sentido de podermos melhor entender como o trabalho desenvolvido se enquadra nas atividades do parque e no seu sentido de ser.

Inicialmente considerado reserva de caça pelo governo português, o parque nacional ganha o seu estatuto no ano de 1960. Só que no ano de 1964 a guerra colonial tem o seu início não permitindo ao parque o seu desenvolvimento nas melhores condições políticas. Esta guerra tem apenas o seu fim no ano de 1974.

No ano de 1977 tem início a guerra civil em Moçambique. O parque transforma-se num palco de combates até 1992, sendo que as populações de animais existentes sofreram decréscimos superiores a 90%, o que comprometeu de forma severa a sua biodiversidade.

Só em 1995 se dá início a uma recuperação do parque, efetuando-se uma tentativa de recuperar e preservar as espécies que sobreviveram ao período da guerra.

Em 2004, a Fundação Carr celebra um protocolo com o governo de Moçambique, o qual tem, até ao presente, vindo a ser peça fundamental naquilo que o parque já é hoje em dia e em toda a sua reestruturação.

Em 2010, a zona da serra é finalmente incluída no Parque Nacional da Gorongosa, adquirindo o estatuto de área protegida, sendo este o local onde o trabalho foi desenvolvido.

O parque encontra-se numa zona sensível, na qual para além de ser importante conciliar a existência de população local com todos os trabalhos de recuperação do mesmo, ainda existe atualmente uma situação de tensão política.

Relativamente à população local, e mais concretamente na zona da Serra da Gorongosa, a grande maioria não é escolarizada, pelo que, dada a falta de empregos, a sua subsistência depende muito daquilo que consegue obter da agricultura. Os campos de produção, assentando na exploração dos recursos naturais (fundo de fertilidade do

solo) e em práticas agrícolas rudimentares, tornam-se inférteis ao fim de poucos anos, o que leva à necessidade de desflorestação para obter novos locais de produção. A inversão desta situação, isto é, sustentabilizar a produção e parar a desflorestação, é um dos grandes desafios para o projeto implementado pelo parque.

Do ponto de vista político, a zona da Serra da Gorongosa é ainda um dos locais dominados pela oposição ao governo, a RENAMO, e por isso considerada uma zona de elevada tensão, onde já aconteceram conflitos no pós-guerra que prejudicam a eficácia das atividades no parque. Aqui vive-se com desconfiança e na iminência de ter de fugir e abandonar tudo, pelo menos até que um acordo de paz, duradouro e credível, seja alcançado.

É muito importante contextualizar todo o trabalho na situação atual, no sentido de perceber como este pode ser impactante na realidade local.

2.2. Situação atual

Atualmente, o problema da baixa escolaridade mantém-se, pelo que, e apesar da lei moçambicana o proibir, a desflorestação continua. Na Serra da Gorongosa é possível observar que praticamente toda a floresta anteriormente existente está hoje reduzida às zonas de altitude mais elevadas, sendo que mesmo estas já apresentam sinais de abate.

A taxa de natalidade é excessivamente alta. Um homem adulto pode ter mais de 20 filhos a seu cargo, dos quais praticamente nenhum irá frequentar a escola, contribuindo assim ativamente para o agravamento do problema existente. Com um nível populacional ainda mais elevado, as futuras gerações farão, por falta de escolaridade, aquilo que aprenderam com os pais, tornando assim a situação potencialmente alarmante.

No geral, os campos agrícolas apresentam baixas produtividades, nos quais se verifica, em geral, que a sua fertilidade diminui a cada ciclo de produção, quer pelas culturas utilizadas com uma elevada exigência nutricional, como o milho, a mapira e alguns tipos de feijão, quer pela não existência de fertilização e outros *inputs*, aos quais não existe acesso facilitado na zona ou então surgem com um custo muito elevado e em período inadequado, que torna a sua utilização insustentável.

Na região, a língua portuguesa praticamente não é falada, pelo que os agentes locais instruídos assumem um papel crucial, pois serão estes os únicos capazes de passar os conhecimentos e toda a ideia de formação social. O projeto depende por isso da vontade e do compromisso destas pessoas para que a mensagem possa ser transmitida.

Quanto à situação política, vive-se atualmente um período de cessar-fogo desde o último período de conflito (2015-2016). Importa salientar que existem duas partes neste conflito, a FRELIMO, que atualmente está no governo desde a independência, e a RENAMO, que reclama o poder desde 1980. Toda a zona da Serra da Gorongosa acolhe, desde há muitos anos, as principais bases da RENAMO. Quando o conflito se encontra mais ativo, esta passa a ser um local potencialmente perigoso, no qual o governo e o grupo da RENAMO travam alguns combates, afetando, diretamente, o bom desempenho das operações e de tudo o que está a ser realizado para recuperar a serra. Muitas vezes, existem períodos em que toda a população civil tem de fugir, chegando a estar mais de um ano sem aceder à zona da serra.

Neste momento, o acesso ao local já é possível e toda a situação parece estar um pouco mais calma desde o cessar-fogo que foi acordado entre as duas partes, permitindo assim que se recupere o normal funcionamento dos projetos que aí decorrem.

Fomos o primeiro grupo de estrangeiros autorizados a acampar na Serra da Gorongosa desde o cessar-fogo acordado. Sentimos que a tensão ainda está presente e que muita coisa é feita com medo. No entanto, o facto de termos sido autorizados a acampar faz-nos acreditar que uma mudança será possível e que um acordo de paz poderá ser uma realidade, a curto prazo - o que é bastante importante para o desenvolvimento das comunidades locais.

Um acordo de paz e a resolução deste conflito será determinante para a continuação da defesa de todo o trabalho levado a cabo desde a guerra civil. Em contrapartida seria catastrófico um escalar da tensão e a origem de um novo conflito, que poderia desta vez causar uma extinção irrecuperável da biodiversidade do parque.

Importa então perceber no ponto seguinte como o parque nacional atua e quais os objetivos da intervenção realizada no local.

2.3. Objetivos da intervenção

O Parque Nacional da Gorongosa e todos os seus projetos têm como grandes objetivos dois grandes pilares. O primeiro reside na conservação do parque, ou seja, na conservação de toda a fauna e flora existente, e na recuperação daquela que já existia, enquanto que o segundo pilar se centra no desenvolvimento das comunidades que vivem e ou rodeiam o mesmo.

Dentro do pilar da conservação existem quatro grandes objetivos. O primeiro consiste na proteção da fauna bravia da Gorongosa, nomeadamente na prevenção da caça ilegal, que é um dos fatores que contribui para o decréscimo e ameaça das populações nativas. Este trabalho é realizado diariamente e tem tido particular sucesso, quando observamos a evolução do nível populacional de determinadas espécies.

O segundo objetivo compreende a plantação de árvores, pois grande parte da população que vive nas zonas em redor do parque não possui um nível escolarizado muito elevado, o que prejudica as técnicas utilizadas na agricultura e promove a desflorestação. A mesma é prejudicial para a vida do parque, quer pela alteração dos cursos de água, quer pela produção de menos alimento para as espécies que dela dependem.

O terceiro objetivo prende-se com a necessidade de se evitar o conflito homem-elefante, pois é comum os elefantes saírem da zona do parque e entrarem nas zonas onde o homem está presente, causando estragos ao nível das culturas e, por vezes, da própria população local. O parque tenta evitar desta forma que as populações ataquem os elefantes, prejudicando a fauna existente.

O último grande objetivo do pilar da conservação consiste no trabalho com os serviços científicos, pois são estes, quer com as suas investigações, quer com o seu contributo, que ajudam o parque diariamente com novos elementos que serão fundamentais para a conservação das espécies e também para a sua promoção internacional, como tem vindo a acontecer.

A conservação é muito importante e depende, no seu todo, do bom funcionamento destes quatro grandes objetivos.

O segundo pilar reside no desenvolvimento humano. Como se compreende as comunidades das zonas envolventes ao parque também dependem deste para a sua

sobrevivência e subsistência, pelo que é fundamental para o sucesso de toda a filosofia de intervenção uma coexistência harmoniosa entre o parque e as populações ao seu redor.

Este pilar também se encontra dividido em três grandes objetivos. O primeiro consiste na saúde. Estamos numa zona onde a incidência de algumas doenças é particularmente elevada e a prevenção e o tratamento tornam-se muito importantes na formação de famílias saudáveis. Este objetivo pretende ajudar na prevenção de doenças como VIH e malária e ainda, não menos importante, ajudar ao nível do planeamento familiar, dada a taxa de natalidade excessivamente elevada das famílias, o que não é benéfico, nem suportável pelas estruturas e condições atuais do panorama nacional. Neste trabalho, a consciencialização para que as meninas deixem de ter filhos na adolescência tem sido notável, através da formação de animadores que atuam em todas as aldeias, no âmbito de intervenção do parque. Os restantes focos deste objetivo incidem no melhoramento da nutrição infantil e no combate à violência de género.

O segundo objetivo é o da educação ambiental. Como já foi referido, as populações locais dependem bastante da agricultura, cujos métodos agrícolas acabam por conduzir a que esta se torne numa agricultura itinerante e, desta forma, exista a necessidade de novas terras, provocando assim mais desflorestação. A educação ganha então muita importância, no sentido em que pode transmitir os princípios e valores da conservação ambiental e de uma agricultura mais sustentável.

O último objetivo reside no aproveitamento sustentável dos recursos naturais. O parque criou diversos empregos que, por um lado, permitem às populações locais estarem enquadradas e integradas na vida do mesmo, bem como ajudar monetariamente as comunidades envolvidas no seu desenvolvimento. O fornecimento de sementes e o fomento à prática de uma agricultura sustentável contribui para a prevenção da desflorestação e para a maximização do aproveitamento dos campos de cultivo com uma duração superior, o que melhora a qualidade de vida das populações e ainda beneficia o próprio parque.

A existência de famílias saudáveis ajuda o parque a manter-se saudável e é desta harmonia de que tudo depende, assegurando o sucesso do parque e de todos os seus pilares e consequentes objetivos da intervenção no mesmo.

3. Sistemas agroflorestais

A contextualização da dissertação permite perceber de que forma os sistemas agroflorestais terão uma função fundamental na gestão do equilíbrio entre as necessidades ambientais e a sobrevivência das comunidades que dependem da Serra da Gorongosa.

Os sistemas agroflorestais são apontados como uma das ferramentas que mais contribuem para o desenvolvimento das regiões mais desfavorecidas, sendo que de forma natural acabam por contribuir para o combate sustentável da pobreza. (Correia, 2003)

Torna-se bastante importante perceber o que são sistemas agroflorestais para posteriormente podermos enquadrá-los nos contextos de sustentabilidade e de ensombramento.

Por definição um sistema agroflorestal, segundo o World Agroforestry Centre, é um sistema que é dinâmico e ecológico na gestão dos recursos naturais, através da integração de árvores em terrenos desfavorecidos ou nos campos agrícolas, diversificando e aumentando as produções com benefícios evidentes sob o ponto de vista social, económico e ambiental para as populações que o pratiquem nas suas diversas variações. (Rigueiro-Rodríguez, et al, 2009)

Ainda para o WAC estes sistemas podem ser utilizados desde o pequeno agricultor até ao agricultor comercial. Estima-se que, nos dias de hoje, 1/5 da população mundial trabalhe neste tipo de sistemas. Estes sistemas são ainda de importância acrescida nas realidades dos países em desenvolvimento como é o caso de Moçambique, local da realização desta dissertação. (Correia, 2003)

Toda esta definição de sistema agroflorestal indica-nos de forma clara que a nossa contextualização da dissertação se enquadra nesta definição. Como verificámos, um dos grandes pilares do parque reside no desenvolvimento humano. Assim, todos os sistemas agroflorestais que se possam vir a implementar ou já implementados contribuem de forma direta para o desenvolvimento das populações que residem na zona.

Importa então entender mais concretamente o funcionamento dos sistemas agroflorestais.

De acordo com (Ribaski, Montoya, & Roque Rodigheri, 2002; Carpanezzi, 1998; Correia, 2003), conseguimos perceber que existem diferentes sistemas agroflorestais consoante os usos a que se destinam, sendo que os mesmos podem ser bastante complexos:

- **Produção de produtos alimentares** – Para além da função principal pretendida, a utilização e escolha de determinadas espécies florestais, pode fornecer alguns produtos alimentares como frutas, fibras e óleos, que, para além de servirem para consumo alimentar direto, conseguem ainda gerar uma fonte de rendimento extra (Correia, 2003)
- **Alimentos para animais** – A constituição de um sistema agroflorestal é bastante versátil pelas espécies que podemos utilizar, sendo que estas podem ser direcionadas diretamente para gerar alimento animal, como por exemplo o caso da bolota. (Correia, 2003)
- **Obtenção de derivados da floresta** – Todos os outros produtos considerados não alimentares, como a madeira, folhas e outros, servem também para uso direto ou para gerar fonte de rendimento extra.
- **Aumento da fertilidade do solo** – As raízes mais profundas da maioria das espécies arbóreas atingem dimensões superiores do que a maioria das espécies herbáceas utilizadas para cultivo. Neste contexto, a maioria dos nutrientes que não é aproveitada pelas espécies agrícolas é reciclada pelas espécies arbóreas, que conseguem beneficiar destes nutrientes. A própria capacidade destas espécies de poderem fixar N_2 , no caso de utilizarmos leguminosas, está inerente a um aumento do azoto disponível no solo, de que todo o sistema em si irá beneficiar.

Por fim, diversos estudos provam que a quantidade de matéria orgânica é substancialmente superior nas camadas superficiais do solo em condições de sistema agroflorestal do que a quantidade de matéria orgânica encontrada na camada superior do solo em condições abertas. (Sanchez & Palm, 1996) e (Ribaski, Montoya, & Roque Rodigheri, 2002)

- **Melhoramento das condições ambientais** – O facto das árvores que estão presentes nestes sistemas agroflorestais gerarem condições de sombra está diretamente associado ao controlo das condições atmosféricas. As condições geradas por estas espécies têm influência direta no controlo da temperatura, na humidade relativa do ar e ainda na humidade relativa do solo. É gerado um microclima que tem capacidade de manter as temperaturas mais estáveis, evitando grandes oscilações, condições, que são fundamentais para conferir

maior estabilidade às espécies agrícolas ou mesmo espécies animais que possam precisar desta sombra gerada para se manterem confortáveis durante dias de muito calor. Por outro lado, este microclima gera condições em que pela filtração da radiação solar direta e pela sombra gerada o nosso sistema perde menos humidade pelo que estará em maior disponibilidade para as espécies agrícolas, estando assim as mesmas a tirar maior benefício da água disponível. (Ribaski, Montoya, & Roque Rodigheri, 2002)

- **Ensombramento** – A sombra produzida pelas árvores utilizadas terá importância para algumas cultivares.
- **Recuperação de áreas degradadas** – Pelas propriedades que vimos e pelo facto de estas espécies arbóreas terem uma capacidade maior de atingir zonas mais profundas, a sua habilidade para reciclar recursos torna-se essencial para o fornecimento de nutrientes para camadas superiores. Em zonas que tenham sido esgotadas pela agricultura que ocorre maioritariamente nos países em desenvolvimento, estes sistemas tornam-se fundamentais para recuperação de áreas que anteriormente se consideravam degradadas. (Carpanezzi, 1998)
- **Conservar o solo** – Pelas propriedades que vimos descrevendo e pela geração de um microclima, é possível criar condições que são propícias à conservação do solo, onde não só está mais protegido da perda de nutrientes e beneficiado com a sua reciclagem, como também protege da sua erosão. (Ribaski, Montoya, & Roque Rodigheri, 2002)
- **Controlar as infestantes** – Ao existir uma maior cobertura do solo, quer da própria cultura agrícola, mas também das próprias espécies arbóreas, a radiação solar que chega ao solo é nula ou muito reduzida, o que tem uma implicação direta no pouco desenvolvimento das infestantes. Neste caso, temos um maior controlo natural, que permite poupar bastante no combate às infestantes.

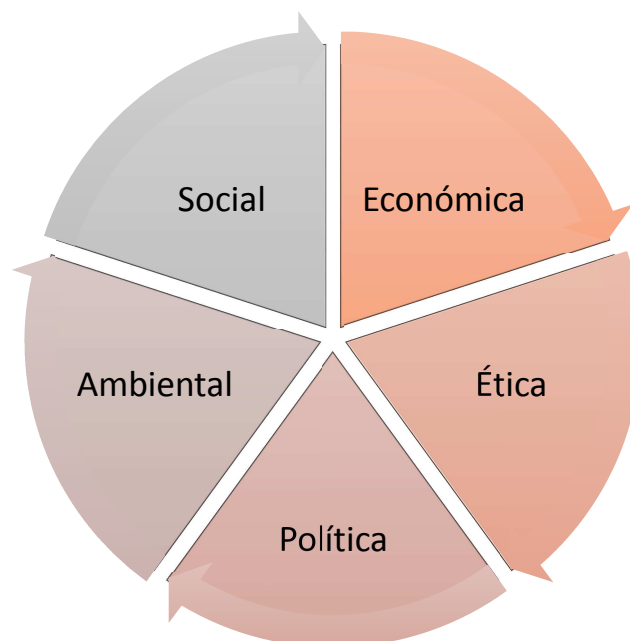
Estas várias utilizações conferem aos sistemas agroflorestais uma importância extrema no contexto em que são utilizados. Importa, agora, também olhar para a definição de sustentabilidade e perceber como atuam os sistemas na mesma.

3.1. Sustentabilidade

Ao longo dos anos, o conceito de sustentabilidade tem vindo a ser alterado na busca de uma definição que seja mais adequada à realidade.

A definição de sustentabilidade passou a estar presente nas agendas mundiais, quando, em 1987, a *World Commission on Environment and Development* a definiu como: “Capacidade de suprir as necessidades no presente sem que seja comprometida a capacidade de suprir as necessidades pelas gerações futuras”. Mas sem efeitos práticos, apenas em 1992, quando este tema passou a integrar a Agenda 21, passaram a ser feitos esforços no sentido de tornar o planeta sustentável.

O conceito de sustentabilidade é em regra, dividido em diversas vertentes, às quais se pode aplicar o conceito. Estas vertentes são:



- Económica – Relacionada com uma economia igual entre gerações; (Costa, 2010)

- Social – Relacionada com a continuidade de sistemas sociais; (Costa, 2010)
- Ética – Referenciada a indicadores sociais; (Costa, 2010)
- Ambiental – Relacionada com a preservação de ecossistemas naturais.
- Política – Relativa a processos participativos e democráticos (Caporal & Costabeber, 2002)

No caso em estudo, a vertente que a que mais importa será a componente ambiental, que aponta para que a sustentabilidade tenha de garantir a sobrevivência de determinado ecossistema. Isto é, ao estar implementado em determinado local, um sistema agrícola deve, dentro dos indicadores utilizados, respeitar os limites, de forma a que o ecossistema possa persistir no futuro. (Purushothaman & Abraham, 2011)

De que forma os sistemas agroflorestais são sustentáveis?

Para avaliar a sustentabilidade de determinados sistemas são utilizados diferentes indicadores. Segundo diversos autores, estes indicadores avaliam o desempenho do sistema em diversas componentes, tendo como objetivo final medir a capacidade sustentável do mesmo. No entanto, a definição destes mesmos indicadores é bastante difícil, pois, de um modo geral, a definição de sustentabilidade não é ainda consensual, assim como dos objetivos que devem ser atingidos para que se assegure a sustentabilidade.

Encontramos diversos autores com diferentes padrões de sustentabilidade, sendo que cada um se adapta à sua realidade e aos seus objetivos, o que torna difícil encontrar um padrão definido e de fácil interpretação.

A título de exemplo indicam-se alguns modelos de avaliação de sustentabilidade:

- Modelo DEA - Data Envelopment Analysis – Modelo que atua de forma comparativa com a possibilidade de considerar várias dimensões (Gonçalves Gomes, Correia Baptista Soares de Mello, & de Carvalho Mangabeira, 2009) e (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978) e (Banker, Charnes, & Cooper, 1984)
- Ecological Footprint Analysis – Modelo onde podemos perceber a capacidade de renovação de determinado recurso utilizado por uma população, bem como a velocidade a que este é utilizado. (Moore, 2011)
- Reproduction of Soil Fertility – É possível através deste modelo analisar o comportamento da matéria orgânica no solo e dos seus níveis, assim como o fluxo de energia na produção. (Ehrmann & Kleinhanss, 2008) e (Teixeira Romão Sequeira, 2014)
- Indicateur de Durabilité des Exploitations Agricoles – Através de um conjunto de indicadores que atuam em diversas características do seu funcionamento, este modelo pretende assim avaliar a sustentabilidade através da sua quantificação. (Teixeira Romão Sequeira, 2014) e (ZAHM, GIRARDIN, MOUCHET, VIAUX, & VILAIN , 2005)

O tema da sustentabilidade é ainda bastante versátil e a escolha de um modelo unânime continua a ser bastante discutida sem que se chegue a um consenso. No entanto, apesar de utilizarem critérios e pontos diferentes, os modelos acabam por convergir no objetivo final, no qual se pretende que um determinado sistema não utilize recursos a uma velocidade superior à capacidade de regeneração, garantindo a sua subsistência no futuro, sem comprometer a sua produção na atualidade.

3.2. Ensombramento

Segundo Correia, 2003 o ensombramento é um sistema agroflorestal simultâneo que consiste na produção de uma determinada cultura, num microclima criado pela plantação ou utilização de árvores de maior dimensão já existentes num determinado local e com uma determinada densidade.

Este microclima, reduzindo a quantidade de energia solar à cultura, aumentando a humidade e estabilizando a temperatura, cria as condições ideais para uma produção que embora menor, o faz de forma sustentável e sem a dependência de fatores de produção, que em muitas regiões são muito caros ou pura e simplesmente não existem.

A origem do ensombramento como prática cultural, pode ser, no entanto, bastante incerta, pois assume-se, grande parte das vezes, que as árvores utilizadas para gerar sombra, eram apenas plantadas para outros usos, como a obtenção direta dos produtos que estas podiam fornecer.

Apenas em finais do século XIX, o estudo do ensombramento e das espécies que são mais favoráveis para a sua utilização começou a ser realizado, sendo que os principais objetivos foram perceber que espécies utilizar e em que situações estas melhor se adequam a determinadas culturas. Estas pesquisas pretendiam que todos os objetivos a atingir quando utilizávamos o ensombramento como prática cultural fossem cumpridos. Assim, desta forma e ao longo do tempo, as espécies arbóreas utilizadas foram sofrendo alterações com vista a maximização da sustentabilidade, não perdendo de vista a produção.

A prática de ensombramento gera, no sistema onde está implementado, condições de microclima. Este microclima ocorre pelo facto de as árvores causarem uma diminuição da exposição solar da cultura, assim como uma maior circulação do ar dentro do sistema. Estas condições permitem aumentar a humidade relativa natural, o que ajuda a diminuir as necessidades da cultura. (Dubberstein, et al., 2018) (Olios, et al., 2010)

Importa então perceber num contexto geral que objetivos se pretendem com o

ensombramento, e quais as situações e culturas em esta prática cultural é benéfica. Assim, os principais objetivos que podemos atingir com o ensombramento são:

Aumentar de forma natural a fertilidade do solo no qual o mesmo sistema subsiste: A presença de árvores e todo o material que será gerado por estas, irá ter impacto positivo na fertilidade do solo, assim como terá efeitos na exigência da própria cultura. (Raj & Lal, 2014)

Diminuir a necessidade de fertilizações e rega, com consequência direta na diminuição dos custos: O aumento da fertilidade do solo bem como as condições de sombra gerada, permitem que o uso de fertilizantes seja menor, como pela menor exposição do solo à luz solar direta, ajuda a manter mais tempo os níveis de água no solo. Por outro lado o próprio sistema induz a um aumento da humidade relativa no microclima. (Raj & Lal, 2014)

3.2.1. Consequências do ensombramento

Observados que estão os objetivos do ensombramento e como o microclima gerado tem influência no sistema, importa perceber quais as consequências práticas do ensombramento no geral. (Shermann & Martin, 1992; Raj & Lal, 2014)

As consequências podem ser variadas, consoante o tipo de sombra e as inúmeras possibilidades na sua composição botânica, nomeadamente alterações de natureza fisiológica como:

- Redução de transpiração: (Morais et al, 2003)
- Diminuição da floração e da frutificação: (Graner & Junior, 1962)
- Menor produção: (Graner & Junior, 1962)
 - Nota para que este efeito na produção, quer vegetativa, quer a nível de frutos, apenas se começa a evidenciar quando as plantas atingem idades superiores aos 3 anos. (Jaramillo-Botero, et al, 2010)

- Maior incidência de pragas e doenças. (Graner & Junior, 1962)

Por outro lado, o ensombramento pode ter consequências diretas na mecânica e na biologia do sistema como:

- Diminuição da erosão hídrica e eólica; (Moraes et al., 2006)
- Aumento da infiltração de água no solo e aumento da humidade relativa; (Godoy Junior & Graner, 1959) (L. Partelli, et al., 2014)
- Diminuição da taxa de decomposição da matéria orgânica; (Moraes, et al., 2006)
- Aumento do teor de matéria orgânica do solo; (LIN, 2009)
- Maior capacidade de reciclagem dos nutrientes;
- Maior controlo das infestantes.

Contudo, e apesar dos variados efeitos positivos que podemos obter ao utilizar o ensombramento, existem também algumas possíveis consequências negativas que se devem ter em conta

Entre as principais podemos encontrar:

- Concorrência entre os sistemas radiculares;
- Custos com mão de obra, com poda das árvores de ensombramento;
- A eventual queda de árvores, a qual pode causar danos na cultura em exploração;
- Possibilidade de proliferação de fungos devido ao aumento da humidade relativa do meio; (Graner & Junior, 1962)

- Árvores de sombra que podem ser hospedeiras de doenças e pragas prejudiciais para a cultura; (Graner & Junior, 1962)
- Quando a sombra se encontra estabelecida, a possibilidade de mecanização torna-se muito mais remota;
- Com o sistema em funcionamento a realização ou intervenção em obras de hidráulica torna-se mais remota.

3.2.2. Características das árvores de sombra

Constatámos então que o ensombramento tem algumas consequências e que estas podem trazer efeitos benéficos mas também alguns prejudiciais. Uma das formas de maximizar os efeitos positivos e minimizar as consequências negativas incide na escolha acertada das árvores de sombra para cada cultura.

Assim, a escolha árvores de sombra com determinadas características pode ser essencial para o bom desempenho do sistema e a adaptação da escolha à cultura que temos é fundamental para que o ensombramento cumpra os seus objetivos

As características mais importantes são:

- Compatibilidade com entre espécies arbóreas e as culturas, de forma a reduzir a competição entre ambas ao mínimo possível; (Coste, 1955)
- Escolha de espécies arbóreas com capacidade fixadora de azoto atmosférico; (MacDicken, 1988)
- Escolha de espécies arbóreas com um copa que permita que a luz seja suficiente para a cultura realizar fotossíntese; (Rodríguez, et al., 2001)

- Escolha de espécies arbóreas com ramos resistentes de forma a não se partirem com facilidade; (Coste, 1955)
- Espécies arbóreas com porte suficiente e que aguentem podas severas; (Coste, 1955)
- Espécies arbóreas com boa produção de biomassa de forma a tornarem possível uma maior reciclagem de nutrientes;
- Escolha de espécies arbóreas que não sejam hospedeiras de pragas e doenças a que a cultura seja suscetível; (Coste, 1955)
- Escolha de espécies arbóreas que, para além da produção de sombra, produzam produtos secundários com rendimento adicional para o sistema.

Para além das características acima mencionadas, é muito importante realizar periodicamente a regularização da sombra. Como sabemos, todo o sistema está em constante evolução, principalmente porque as árvores que geram a sombra vão crescendo, alterando assim a sombra gerada. (Coste, 1955) Em condições extremas, a sombra pode vir a ser total o que causará uma perda da produção por parte da nossa cultura.

Atualmente, tendo em conta a evolução dos preços das matérias-primas no mercado internacional, nomeadamente do café e do cacau, que são as principais culturas em que se utiliza este sistema de produção, o conceito do tipo de árvores a utilizar tem-se vindo a alterar em algumas regiões. Na Ásia, quer o cacau como o café, aparecem em consociação com a bananeira e o coqueiro, mas, pelas características dos seus sistemas radiculares, concorrem com qualquer daquelas duas culturas. Porém, o facto de o sistema também produzir cocos e bananas, compensa a menor produção de café ou cacau. Naturalmente que este sistema será mais exigente em água e fertilizantes pelo que estes sistemas deverão ponderar o equilíbrio entre a sustentabilidade económica e a ambiental. (Correia A. M., 2003)

Importa agora perceber como a cultura que estudámos nesta dissertação, o café, se adapta às condições de sombra e ao sistema de ensombramento.

3.3. Café

O cafeeiro surgiu como o nome pode indicar, na zona da Cafa, Etiópia, onde este é considerado uma autóctone das zonas de sub-bosque. A cultura do café é posteriormente levada para a Arábia, zona onde durante muitos anos se manteve como exclusiva, uma vez que os árabes queriam manter o controlo da espécie. São os mesmos, uns dos principais responsáveis pela utilização e divulgação da bebida do café, nomeadamente, pela cultivar, ainda hoje mais importante, o café arábica e que é, também, a que está a ser utilizada no parque nacional da Gorongosa.

O café é apenas dado a conhecer, ao mercado Europeu no século XVI, por mercadores venezianos, quando estes trazem alguns grãos da zona da arábia, e a partir daí dá-se assim início à expansão daquela que é das culturas mais importantes para o mundo nos dias de hoje. Sendo que os descobrimentos já se tinham iniciado, tanto Portugueses como Franceses, Ingleses e Holandeses iniciaram a expansão da cultura pelo resto do mundo, tornando-a naquilo que representa nos dias de hoje. (Correia A. , 1990)

Existem diversas espécies de café, que variam nas características quer do próprio grão que dará um sabor diferente ao café, mas essencialmente, na variação do ponto de vista agronómico, fazendo que determinadas espécies estejam aptas para determinados locais, enquanto outras não estarão tanto.

Atualmente, do ponto de vista comercial, duas espécies dominam claramente o mercado internacional, contribuindo quase na totalidade para as vendas mundiais. São as espécies *arabica* e *canephora* as responsáveis pelas variedades mundiais mais produtivas e pelo domínio geral do mercado do café.

No contexto da Serra da Gorongosa e do trabalho realizado, foram fundamentalmente utilizadas duas variedades de *Coffea arabica*, a Catimor128 e a Costa Rica, importadas

do Zimbabwe e por isso “provavelmente adaptadas” às condições da Serra da Gorongosa. Importa assim perceber as principais características da espécie *arabica*.

3.3.1. *Coffea arabica*

Na caracterização desta espécie vamos incidir em dois pontos distintos. Numa primeira fase os aspetos botânicos da espécie e de seguida os diversos fatores que podem ser condicionantes para seu desenvolvimento, para posteriormente podermos analisar a sua adaptabilidade ao contexto da dissertação..

3.3.2. Aspetos botânicos de *Coffea arabica*:

O cafeeiro arábica, (Silva Cardoso, 1994), pode atingir alturas até 8-10 metros no estado selvagem. Este tipo de cafeeiro cria diversos pares de ramos laterais horizontais, de onde provém a totalidade da produção do café, sendo que a poda do caule principal induz, indiretamente, à laterização do crescimento. Neste tipo de cafeeiros a poda adquire especial importância no sentido de se poder potenciar a produção em si e não apenas o crescimento vegetativo.

Raiz:

Segundo o mesmo autor, a sistema radicular é profundante, podendo este atingir uma profundidade máxima de 50-60 cm. As raízes da planta desempenham duas funções essenciais, uma de fixação da mesma, e as restantes especializam-se na absorção de água e nutrientes.

É bastante importante respeitar a zona de ação da raiz de forma a evitar ao máximo a competição que pode prejudicar a produção.

Folhas:

Surgem por norma nos ramos laterais, situadas no mesmo plano de forma oposta. Estas folhas têm forma elíptica ou lanceolada (Figura 2), medindo cerca



de 12 a 25
cm de

Figura 2 - Disposição folha. Fonte: Royal Botanic Gardens, KEW

comprimento e 5 a 12 cm de largura. (Coste, 1955)



Inflorescências e flores:

Segundo diversos autores, a maioria das inflorescências contém duas a seis flores. Cada uma destas flores (Figura 3) possui um ovário com dois óvulos que vão dar origem a dois grãos por fruto gerado.

Figura 3 - Flores *Coffea arabica*. Fonte:

Figura 4 - Fruto *Coffea arabica*.
Fonte: Plant Rescue



Pela fisionomia das flores a predominância consiste na autopolinização. Existem alguns estudos que confirmam que cerca de 90% das vezes a autopolinização ocorre na fecundação de um ovário. (Coste, 1955)

Fruto:

Após a fecundação de um ovário ocorre a formação de uma drupa elipsoidal. O fruto (Figura 4) é verde antes de amadurecer e durante a maturação torna-se primeiro amarelo até atingir o estado completo de maturação, no qual adquire uma cor vermelha. O tamanho do fruto é atingido ao final de 13 semanas (Casasbuenas, 2017) após a fecundação, estando pronto para colheita ao fim de 5-6 meses.

Semente:

A semente é a parte botânica que confere importância e valor comercial à cultura. Com dimensões variáveis entre os 9-18mm de comprimento e 6-10mm de largura, surgem normalmente duas sementes por fruto. São estas sementes que, após todo o processamento, irão dar origem aos grãos torrados que são utilizados para venda e geração de riqueza. (Santos, Souza, Costa, & Santos, 2004)

A colheita de *Coffea arabica* é realizada em diversas fases, pois os frutos não amadurecem todos em simultâneo. A colheita é por isso efetuada de forma manual, com intervalos de 7 a 14 dias entre colheitas. Dependendo do local e clima, este processo pode demorar até quatro meses. Geralmente, o processo demora cerca de dois meses a estar concluído.

3.3.3. Fatores condicionantes de *Coffea arabica*

Os fatores que definem se um determinado local será ideal ou não para a plantação da cultura, são normalmente o clima e as características do solo.

Temperatura:

O café arábica, necessita de temperaturas relativamente quentes durante o dia, sendo no entanto necessárias noites frescas de forma a potenciar o desenvolvimento da cultura. No geral as temperaturas noturnas devem rondar os 17°C, e a diária deve rondar os 23°C, podendo ainda assim ir até temperaturas próximas dos 30°C sem comprometer o desenvolvimento.

(Casasbuenas, 2017)

A cultura é muito pouco tolerante às geadas, pelo que se consideram inaptas zonas onde as temperaturas médias anuais sejam inferiores a 18°C. As temperaturas demasiado frias têm como consequência o atrasar da maturação, prolongando assim a colheita no tempo. (C. Ramalho, et al., 2003)

Irradiação Solar:

Não existe ainda um valor definido de quantidade de irradiação solar necessária. Sabe-se apenas que, em excesso, a mesma provoca uma redução da produção de matéria vegetal. Na maioria das vezes, as zonas que têm as temperaturas recomendadas para os cafeeiros têm excesso de irradiação solar, pelo que nestas áreas se utilizam sistemas de ensombramento como vimos anteriormente.

O ensombramento toma então proporções importantes no sentido de proteger a cultura de eventuais consequências do excesso de luz, como a perda de produção. (Silva Cardoso, 1994)

Pluviosidade:

O cafeeiro produz eficazmente com pluviosidades entre os 750mm e os 2500mm embora sejam considerados os valores 1600-1800mm como valores ótimos para a cultura do café arábica. Esta pluviosidade deve estar distribuída ao longo de 9 meses do ano, correspondentes à estação das chuvas, sendo que os restantes três meses, onde não chove, devem coincidir com a época de colheita. (Casasbuenas, 2017; Silva Cardoso, 1994)

Necessidade nutricionais:

Segundo o estudo (Tabela 1; Tabela 2) de Melke & Ittana, 2015 no qual através de diferentes cenários foram testados os valores nutricionais ideais para café arábica, é possível ter uma ideia de quais serão as necessidades normais para a cultura, quer a nível de solo, quer a nível foliar.

| Nutrient | Optimum range |
|----------------|----------------|
| N (Nitrogen) | 2.5 - 3.0% |
| P (Phosphorus) | 0.15 - 0.2% |
| K (Potassium) | 2.1 - 2.6% |
| S (Sulphur) | 0.12 - 0.30% |
| Ca (Calcium) | 0.75 - 1.5% |
| Mg (magnesium) | 0.25 - 0.40% |
| Na (Sodium) | < 0.05% |
| Cu (Copper) | 16 - 20 mg/kg |
| Zn (Zinc) | 15 - 30 mg/kg |
| Mn (Manganese) | 50 - 100 mg/kg |
| Fe (Iron) | 70 - 200 mg/kg |
| B (Boron) | 40 - 100 mg/kg |

Tabela 1 - Fertilização foliar ótima para Coffea arabica. Fonte: Melke & Ittana 2015

Através da consulta da tabela 1, temos acesso aos valores considerados ideais a nível foliar e que se recomendam manter durante a produção da cultura do café.

| Nutrient | Suggested optimum soil levels |
|--------------------------|---|
| pH | 5.5 - 6.0 |
| Organic matter | 1 - 3 % |
| Conductivity | < 0.2 dsm |
| Nitrate nitrogen | > 20 mg/kg. |
| Phosphate | 60 - 80 mg/kg |
| Potassium | > 0.75 mg/kg |
| Sulphur | > 20 mg/kg |
| Calcium | 3 - 5 meq/100 g |
| Magnesium | > 1.6 meq/100 g |
| Aluminium | Unknown but very low |
| Sodium | < 1.0 meq/100 g |
| Chloride | 250 mg/kg |
| Copper | 0.3 - 10 mg/kg |
| Zinc | 2 - 10 mg/kg |
| Manganese | < 50 mg/kg |
| Iron | 2 - 20 mg/kg |
| Boron | 0.5 - 1.0 mg/kg (sandy loams) 1.0 - 2.0 mg/kg (Clay loams) |
| Cation exchange capacity | 3 - 5 sandy soil > 10 heavy soil types |
| Cation balance | Potassium (< 10%) Calcium (65 - 80% Magnesium (15 - 20% Sodium (< 5%) Aluminium (< 1%) |
| Calcium: Magnesium ratio | 3 - 5 |

Tabela 2 - Níveis ótimos do solo para *Coffea arabica*. Fonte: Melke & Ittana 2015

A tabela 2 fornece-nos os valores recomendados para otimização da produção da cultura do café, que devem estar presentes no solo aquando da produção.

Sabemos que as características diversificam um pouco com as diferentes variedades, no nosso caso Catimor128 e Costa Rica, mas, no geral, todas as características botânicas, quer condicionantes, quer níveis nutricionais adequados, devem ser levados em conta na altura de escolher o local e método de plantação e condução da nossa cultura.

3.3.4. Costa Rica vs. Catimor128

Uma vez que neste trabalho vamos acompanhar a produção de duas variedades, importa saber quais as características de cada uma.

Esta caracterização permite perceber numa fase posterior se o nosso local é adequado para a presença destas duas variedades. Esta verificação é também importante porque a escolha destas cultivares tem a ver com o facto de elas

produzirem bem num país vizinho em zonas ecológicas semelhantes. Porém, é preciso ter a certeza que elas estão bem adaptadas às condições da serra da Gorongosa.

Através da consulta de bases de dados, (World coffee research - Varieties, s.d.) e (Coffehunter - Knowledge center, s.d.), onde se podem obter informações agronómicas sobre variedades de café, temos que:

Costa Rica:

Variedade criada de forma a ter plantas pequenas e compactas com grandes produtividades associadas. Tem como característica particular a cor avermelhada das novas folha. O seu porte pequeno permite que exista uma maior densidade de plantas por hectare, aumentando também a produtividade obtida por área. Os grãos de café são de tamanho normal, não muito grandes, e a primeira produção aparece normalmente aos 3 anos de idade. É uma variedade se dá bem com altitudes até aos 1600 metros, tem uma elevada necessidade de nutrientes e é recomendada para solos ácidos por ser tolerante à toxicidade do alumínio

Em termos de clima, esta variedade tolera zonas de calor intenso. Em relação a pragas e salienta-se a resistência à ferrugem do café.

Catimor128:

É uma variedade também com plantas compactas com boas produtividades associadas. Tem como característica particular a cor verde das novas folhas. À semelhança da variedade anterior, também tolera uma maior densidade de plantas por hectare, o que está associado a melhores produtividades. Produz grãos de café de tamanho grande, sendo que comparado com a variedade anterior, estes são substancialmente maiores. A altitude máxima recomendada situa-se também nos 1600 metros. As necessidades nutricionais são semelhantes á Costa Rica e as plantas com 2 anos iniciam a sua atividade produtiva.

É resistente à ferrugem do café e à antracnose o que a torna vantajosa em zonas onde a intensidade destas doenças é substancialmente elevada.

4. O projeto “na serra”, razões e objetivos

Como constatámos pela introdução teórica e por tudo aquilo que é o contexto do parque, dentro dos projetos existentes, importa saber melhor como funciona o projeto no qual tive a oportunidade de desenvolver o trabalho de campo.

Produção Sustentável de Café no Parque Nacional da Gorongosa em sistema Agroflorestal integrado no contexto de desflorestação, alterações climáticas e segurança alimentar, com o acrónimo “GorongosaCafé”, é o nome do projeto onde todo o meu trabalho foi realizado e onde foi feita a recolha de dados.

O projeto surge em 2016, fruto do acordo entre o Parque Nacional da Gorongosa, Camões – Instituto de Cooperação e Língua (CICL) e a Agência Brasileira de Cooperação (ABC), com o propósito desta cooperação trilateral poder melhorar e contribuir para ajudar a atingir o sucesso daquilo que já era o mais importante objetivo para a serra — parar com a desflorestação, florestar e melhorar a qualidade do nível de vida das populações envolvidas. Sendo o café uma cultura que se adapta a ensombramento, e sendo as condições da Serra adequadas para esta cultura, embora dependendo das variedades utilizadas, o café acaba por surgir como uma cultura que, para além de oferecer um rendimento às populações locais, pode fornecer também uma solução para o problema da desflorestação. Foi esta ideia que serviu de base ao projeto.

Toda a contribuição das instituições presentes no acordo pretende ajudar na implementação do projeto, através da partilha de ideias e de conhecimento, na avaliação

objetiva dos resultados, e ainda, no final do mesmo, dar origem a um manual de boas práticas que ajudará a manter este sistema produtivo no rumo certo.



Figura 5 - Mapa Parque Nacional da Gorongosa mais zonas ‘tampão’
Fonte: Howard Hughes Medical Institute

O projeto GorongosaCafé está localizado na Serra da Gorongosa (Figura 5) e tem como grande objetivo a restauração do coberto vegetal da zona, nomeadamente da flora autóctone, através da integração social e da produção de café. É ainda importante referir que toda a zona do parque, marcada a verde, tem cerca de 4067 km², assim como a zona tampão, a roxo, tem 3300 km²

Podemos separar o projeto em três grandes componentes, a económica, a ambiental e a social.

Num primeiro olhar sobre a componente económica, esta surge com a marca Café da Gorongosa. A marca depende inteiramente do que é produzido, não só pelas áreas controladas pelo parque, mas também do que os agricultores locais produzem. Como qualquer empresa, esta depende dos lucros para subsistir. Toda a atividade na serra é monitorizada, desde que as plantas surgem nos viveiros (Figura 6), durante todo o seu ciclo e até à colheita e pós-colheita. Apenas com o sucesso da empresa (resultados positivos), o dinheiro pode ser investido no desenvolvimento social das zonas circundantes.



A componente ambiental procura recuperar as árvores que outrora existiam em grande quantidade na serra e evitar que as restantes sejam abatidas. Estas árvores são fundamentais para a sobrevivência do parque e para a retenção das águas das chuvas, evitando, desta forma, deslizamentos de terra e outras situações perigosas para quem habita no local. A recuperação florestal revela-se primordial para a recuperação da fauna do parque, bem como para o fornecimento de outro tipo de recursos que as populações poderão utilizar.

A componente ambiental pretende ainda garantir que o café é produzido de uma forma sustentável e que todas as práticas utilizadas são amigas do ambiente, sem utilização de produtos químicos e outros compostos que possam ser prejudiciais para toda a fauna e flora do parque. De salientar que as plantas de café são adubadas sendo que todos os fertilizantes são fornecidos pelo parque, sem no entanto comprometerem a sustentabilidade de todo o sistema.

A componente social visa a melhoria da qualidade de vida das populações locais. Verificámos como o fraco índice de desenvolvimento humano (IDH) leva a que as consequências no ambiente sejam mais intensas. Para melhorar esta situação, o projeto pretende que todo o lucro gerado pela venda do café seja canalizado para o desenvolvimento da população local, através da construção de escolas, clínicas e outros equipamentos que conduzirão a um maior envolvimento de todos, contribuindo de forma indireta para o sucesso futuro do projeto.

Verificámos então as razões da intervenção na serra, os motivos do surgimento deste projeto e como a intervenção das restantes instituições pode trazer o benefício para um melhor funcionamento de cada componente. Para que o sucesso seja a palavra de ordem, todos os três componentes têm de estar harmonizados, sendo que não existe uma resposta para qual será o funcionamento perfeito. Todos os dias se trabalha e são colocados esforços no sentido de tirar o maior benefício do projeto. O café em sistema de ensombramento, produzido de forma sustentável, poderá ser uma resposta muito importante para grande parte dos problemas que estes países em desenvolvimento possuem e, em simultâneo, responder aos crescentes problemas ambientais.

Importa então apurar quais os objetivos concretos do meu trabalho, em que componentes se insere e que resultados podemos esperar obter.

5. Objetivo

Agora que sabemos como funciona o projeto, como são as zonas circundantes do mesmo (Figura 5), as realidades dos sistemas agroflorestais em ensombramento e o funcionamento da cultura do café, importa enumerar os objetivos concretos da realização deste meu trabalho de campo.

Como constatámos, este projeto tem três componentes: Social, Ambiental e Económica. Tendo em conta que a componente social depende diretamente do sucesso que o projeto tenha e da envolvência das comunidades, o nosso trabalho assenta na avaliação do sistema agroflorestal, nas componentes económica e ambiental, procurando dar uma primeira contribuição para o seu entendimento.

Da componente ambiental, pretende-se que a floresta seja recuperada da melhor forma possível, da componente económica pretende-se a maximização produtiva das plantas de café sujeito ao ensombramento.

Sendo que estas duas componentes poderão funcionar de forma antagónica, quando qualquer deles se pretende maximizar, o desafio que se coloca é pensar de que forma se poderá harmonizar a convivência das duas, surgindo então a grande questão:

Que nível de sombra será o mais adequado para a produção de café?

O grande objetivo que se pretende com este trabalho é então, analisar o efeito de diferentes níveis de sombra na produtividade das duas variedades de *Coffea arabica* existentes na Serra da Gorongosa.

Como resposta, pretendemos que as componentes ambiental e económica coexistam o mais harmoniosamente possível, pois assim continuaremos a zelar pela recuperação da floresta a qual gerará a sombra para o café. No entanto, esta recuperação poderá ser executada de forma mais controlada, para que, no futuro, a sombra gerada seja aquela que melhor se adequa a uma correspondente boa produtividade do café.

Os resultados deste estudo poderão ainda ser utilizados pelo projeto como indicador ou eventual modelo produtivo, que maximize a produção de café sem descuidar a recuperação ambiental. Ao colocarmos estas duas componentes em harmonia, estou

seguro que os resultados desejados poderão ser alcançados e que a componente social beneficiará com o modelo do parque.

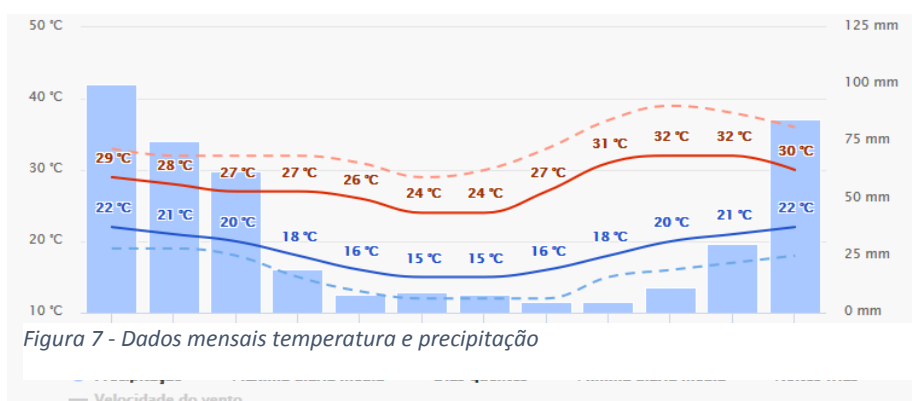
6. Material e métodos

Importa perceber, antes de mencionar materiais e métodos, como se caracteriza a zona. Como descrevemos anteriormente, a mesma é realizada em Moçambique, na Serra da Gorongosa, a uma altitude aproximada de 900m. Sublinhamos que toda a área de trabalho foi escolhida na mesma altitude para que o efeito da mesma possa ser desprezado.

Os dados climáticos do local são muito importantes, pois permitirão perceber e explicar alguns resultados que possam surgir, assim como servirão de medida comparativa para quem eventualmente necessite de utilizar os dados e resultados que aqui obtivermos para outros locais.

Dados climáticos gerais:

De acordo com os dados disponibilizados em meteoblue: (Meteorologia Gorongosa, s.d.)(Figura 7) podemos obter alguns dados (baseados em dados de 30 anos) importantes para a meteorologia da região.



Podemos perceber que existem duas estações. A estação seca, que ocorre de Abril a Outubro, e a estação chuvosa, de Novembro a Março. É possível observar que as temperaturas são bastante constantes, quer na máxima, quer na mínima, o que se torna benéfico para a produção de café. O nível de precipitação desta, é suficiente para permitir que a cultura seja conduzida em sequeiro, não se pondo de parte que, em algumas zonas, o regadio possa vir a ser compensador numa fase posterior.

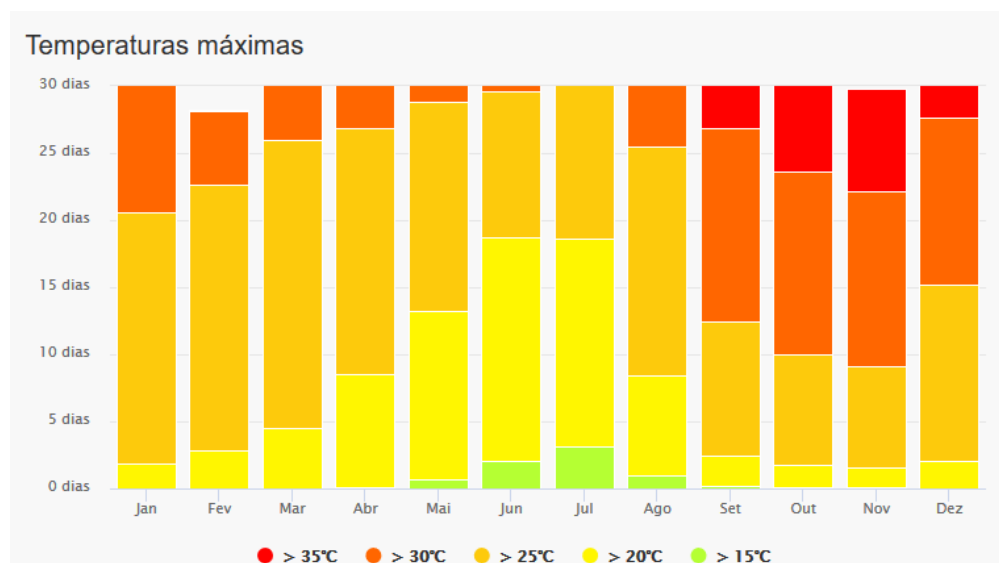


Figura 8 - Temperaturas máximas por nº de dias

Através da Figura 8, podemos observar as temperaturas máximas e o número de dias que estas ocorrem por mês. Como podemos constatar, nos meses de Setembro a Dezembro, verificamos bastantes dias nos quais a mesma ultrapassa os 35°C, pelo que entendemos ainda melhor, os benefícios do ensombramento que protegem diretamente as plantas de escaldões e danos na produção. Através destes dados podemos também avaliar a escolha da cultivar que mais se está mais adaptada às condições que temos.

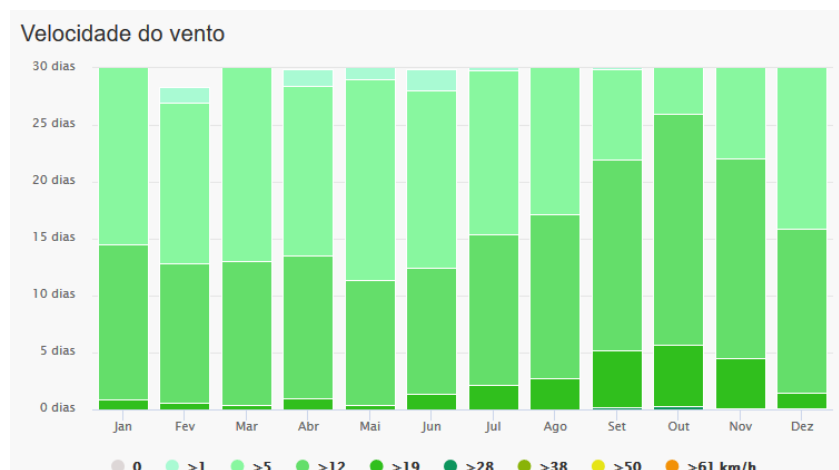


Figura 9 - Velocidade do vento

Como podemos observar, a velocidade do vento (Figura 9) é substancialmente baixa, não tendo nenhuma consequência negativa para a produção de café.

Clima em 2018:

Relativamente ao período em que decorre esta avaliação, obtivemos para 2018 os dados recolhidos pela estação do Chimoio, o que nos permite, de certa forma, comparar como foi esse ano para a produção de café em relação a um ano médio exposto atrás. Na ausência de dados medidos em 2018 na Serra da Gorongosa, vamos usar os dados da estação do Chimoio, que é a mais próxima da Serra da Gorongosa, embora a menor altitude. No entanto a informação oral de quem trabalha no projeto permite-nos usar estes dados.

Na Tabela 3 apresentam-se os valores mensais para 2018 de temperatura média, mínima, máxima e ainda da precipitação (National Oceanic and Atmospheric Administration - Clima Chimoio)

| Tempo 2018 | Temperatura média (°C) | Temperatura mínima (°C) | Temperatura máxima (°C) | Precipitação (mm) |
|---------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|
| Janeiro | 23,5 | 18,1 | 28,8 | 41,4 |
| Fevereiro | 23,2 | 19,6 | 27,6 | 650,4 |
| Março | 23,3 | 19,0 | 27,9 | 146,6 |
| Abril | 21,3 | 16,7 | 26,4 | 59,4 |
| Maiο | 20,0 | 14,8 | 25,9 | 10,7 |
| Junho | 17,8 | 11,5 | 24,2 | 0,5 |
| Julho | 16,5 | 11,5 | 21,5 | 55,1 |
| Agosto | 20,6 | 11,4 | 27,7 | 13,5 |

Tabela 3 - Dados climáticos 2018 – Chimoio. Fonte: NOAA

Pela análise do ano de 2018, é possível verificar que as temperaturas mínimas da estação seca, correspondentes à altura da maturação, (Junho, Julho e Agosto) ficaram cerca de 2-3°C abaixo do valor normal. Em Julho, foi igualmente possível constatar que a precipitação foi largamente superior aos valores considerados normais para a estação seca e para o respetivo mês.

Identificação das árvores de sombra:

A identificação e descrição das espécies usadas para ensombramento foi feita durante a semana de trabalhos (de 16 a 22 de Abril de 2018). A identificação das espécies baseou-se em Ribeiro, M Romeiras, Tavares, & T Faria, (2010), bem como no acompanhamento de dois guias locais detentores de um conhecimento aprofundado em flora da zona. Posteriormente, cruzou-se a informação recolhida com o South African National Biodiversity Institute (Plants of Africa, s.d.), onde pudemos não só verificar a conformidade da informação, como em alguns casos complementa-la para os três parâmetros que queremos identificar: porte, tipo de sombra e utilização.

Espécies identificadas:

- 1.*Albizia adianthifolia*

Porte: Pode atingir alturas até aos 40 metros. Árvore copa larga.

Sombra: A copa é relativamente larga e alta, pelo que tem condições ideais para a geração de sombra.

Utilização: A madeira pode ser utilizada para construções, inclusive navais, e tem ainda algumas utilizações medicinais.

- 2.*Harungana madagascariensis*

Porte: Atinge normalmente alturas até aos 12 metros. Árvore de porte médio.

Sombra: A copa cilíndrica gera sombra em toda a área circundante ao caule, sendo por isso uma sombra relativamente fácil de controlar.

Utilização: A árvore tem como maior parte das suas utilizações fins medicinais. Os seus frutos também são comestíveis, pelo que gera algum alimento.

- 3.*Erythrina lysistemon*

Porte: Atinge normalmente os 10 metros de altura, sendo uma árvore porte largo.

Sombra: A sua copa larga gera uma grande quantidade de sombra que poderá ser bastante densa.

Utilização: Para além de alimento para algumas espécies, a árvore é ainda utilizada para fins medicinais.

- *4.Heteropyxis natalensis*

Porte: Atinge 10 metros de altura, sendo considerada uma árvore de porte médio.

Sombra: Gera uma sombra média, próxima da zona do caule, sendo fácil de controlar.

Utilização: As folhas são apreciadas por alguns animais e a madeira pode ser utilizada economicamente. Pode ter usos medicinais.

- *5.Bridelia micrantha*

Porte: Árvore que pode atingir os 20 metros de altura, sendo uma árvore de porte largo.

Sombra: Tem uma copa muito densa, pelo que gera sombra muito intensa quando plantada sem controlo.

Utilização: Os frutos são comestíveis, fornecendo algum alimento. É utilizada para alguns fins medicinais.

- *6.Khaya anthotheca*

Porte: Estas árvores podem atingir até aos 60 metros de altura, sendo por isso uma árvore de grande porte.

Sombra: Tem uma copa muito densa, que gera grande quantidade de sombra quando não é controlada.

Utilização: É geralmente utilizada pela sua madeira de qualidade e é resistente a fungos.

- *7.Annona senegalensis*

Porte: São árvores que atingem alturas entre os 2-6 metros, sendo de pequeno/médio porte.

Sombra: Não têm uma sombra muito intensa, pelo que nem sempre são consideradas boas árvores de sombra.

Utilização: Têm diversas utilizações, sendo que vão desde a utilização dos frutos comestíveis às propriedades medicinais.

- *8.Chrysophyllum gorungosanum*

Porte: Árvore que pode atingir os 40 metros de altura, sendo considerada de grande porte.

Sombra: Cria uma copa larga em altura, que produz sombra de excelente qualidade.

Utilização: Apenas utilizada pela madeira produzida.

- *9.Vangueria infausta*

Porte: Atinge alturas entre os 3 e 7 metros, pelo que é considerada uma árvore de pequeno porte.

Sombra: Sendo uma árvore de porte menor, será, por isso, também uma árvore com menor sombra e mais fácil de controlar.

Utilização: Os seus frutos são utilizados pelo bom valor nutricional. Tem ainda utilizações medicinais.

- *10.Azadirachta indica*

Porte: Normalmente fica pelos 15-20 metros, podendo atingir, nalguns casos, os 45m. É considerada uma árvore de grande porte.

Sombra: Tem a copa bastante dispersa e nalgumas alturas do ano perde as folhas para sobreviver ,sendo uma árvore que é boa para sombra.

Utilização: É principalmente utilizada pela sua madeira de qualidade e resistente a fungos.

- *11.Cussonia spicata*

Porte: Atinge altura de 15 metros, sendo uma árvore de grande porte.

Sombra: Tem uma copa bastante larga, que gera muita sombra quando não é controlada.

Utilização: As folhas são utilizadas para fins medicinais e a madeira pode ser utilizada para construção.

- *12.Afzelia quanzensis*

Porte: Podem encontrar-se espécies entre os 25 e os 37 metros de altura, pelo que é uma árvore de grande porte.

Sombra: Está também associada a uma copa bastante larga e dispersa, pelo que pouco controlada, gera sombra excessiva.

Utilização: A sua madeira de qualidade é utilizada para construções e outros usos.

- *13.Strychnos madagascariensis*

Porte: Árvore que cresce entre os 5 e os 8 metros, sendo uma árvore de porte médio devido ao número elevado de ramos.

Sombra: Uma vez que tem um número elevado de ramos, consegue produzir muita folha, pelo que é uma árvore boa para utilização da sombra.

Utilização: Os frutos e as sementes comestíveis são utilizados pelas comunidades locais. Também a madeira por ela produzida pode ter utilização útil.

- *14.Millettia stuhlmannii*

Porte: Árvore de grande porte, chegando aos 20-30 metros de altura.

Sombra: É uma árvore que produz grande quantidade de sombra, especialmente se considerarmos que consegue produzir uma circunferência de 3,5 metros com a sua copa.

Utilização: São maioritariamente comercializadas pela sua boa produção de madeira com qualidade.



1. *Albizia adianthifolia*

Fonte: Flora of Zambia

2. *Harungana madagascariensis*

Fonte: West African Plants



3. *Erythrina lysistemon*

Fonte: Flora of Mozambique

4. *Heteropyxis natalensis*

Fonte: Random Harvest Nursery



5. *Bridelia micrantha*

Fonte: Medicinal Plants in Nigeria

6. *Khaya anthotheca*

Fonte: Floresta azul



7. *Annona senegalensis*

Fonte: Naturetropicale

8. *Chrysophyllum gorungosanum*

Fonte: theterns



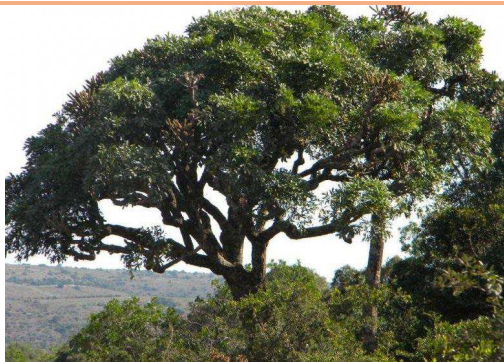
9. *Vangueria infausta*

Fonte: Tsammalex



10. *Azadirachta indica*

Fonte: Queensland Government



11. *Cussonia spicata*

Fonte: Seeds for Africa



12. *Afzelia quanzensis*

Fonte: Flora of Mozambique



13. *Strychnos madagascariensis*

Fonte: Prota



14. *Millettia stuhlmannii*

Fonte: Priberam

Níveis de sombra:

De acordo com o levantamento das espécies efetuado as categorias de sombra definidas foram as seguintes:

- Zona sem sombra – nenhuma árvore presente
- Zona de média sombra – Entre 25 e 45 árvores no talhão (20x20)
- Zona de muita sombra – Superior a 45 árvores no talhão (20x20)

Fomos aleatoriamente escolher quadrados de 20x20 metros (400m²) e em cada um contado o número de árvores de sombra de modo a termos talhões representativos para cada uma das categorias de sombra.

Assim, utilizando os critérios referidos, foram selecionados 3 talhões para cada uma das 2 cultivares, Costa Rica e Catimor128, sendo que para cada variedade temos um talhão por categoria de sombra – Sem sombra, Média sombra e Muita sombra.

Importa mencionar que todos os talhões de cada variedades têm em comum quer a altitude em que estão localizadas (900m para ambas as variedades), quer a idade (Costa Rica com 4 anos e Catimor128 com 3 anos). Ou seja, desta forma podemos desprezar o efeito da altitude e idade da planta mantendo o nosso principal foco no efeito da sombra na produtividade de cada variedade.

Dentro de cada um dos talhões foram totalmente aleatoriamente selecionadas e marcadas 8 plantas, tendo havido o cuidado de desprezar as plantas das bordaduras e plantas consecutivas.

Abaixo é possível encontrar, coordenadas, fotografias e detalhes sobre as áreas selecionadas.

Na tabela 4, encontram-se as coordenadas por talhão, bem como fotografias e o número exato de árvores de sombra.

| Área | Coordenadas | Fotografia | Nº de Árvores |
|--------------------------|-----------------------|--|---------------|
| Costa Rica S/ Sombra | -18.4815 , 34.0454 |  | 0 |
| Costa Rica Md/ Sombra | -18.4817 , 34.0446 |  | 32 |
| Costa Rica Mt/ Sombra | -18.4813 , 34.0450 |  | 50 |

| | | | | | |
|----------------------------------|---------------------|---|--|--|----|
| Catimor128 S/ Sombra | -18.4811 34.0432 | , |  | | 0 |
| Catimor128 Md/ Sombra | -18.4810 34.0424 | , |  | | 29 |
| Catimor128 Mt/ Sombra | -18.4813 34.0427 | , |  | | 48 |

Tabela 4 - Áreas selecionadas

Na Figura 10 podemos visualizar os 6 talhões.

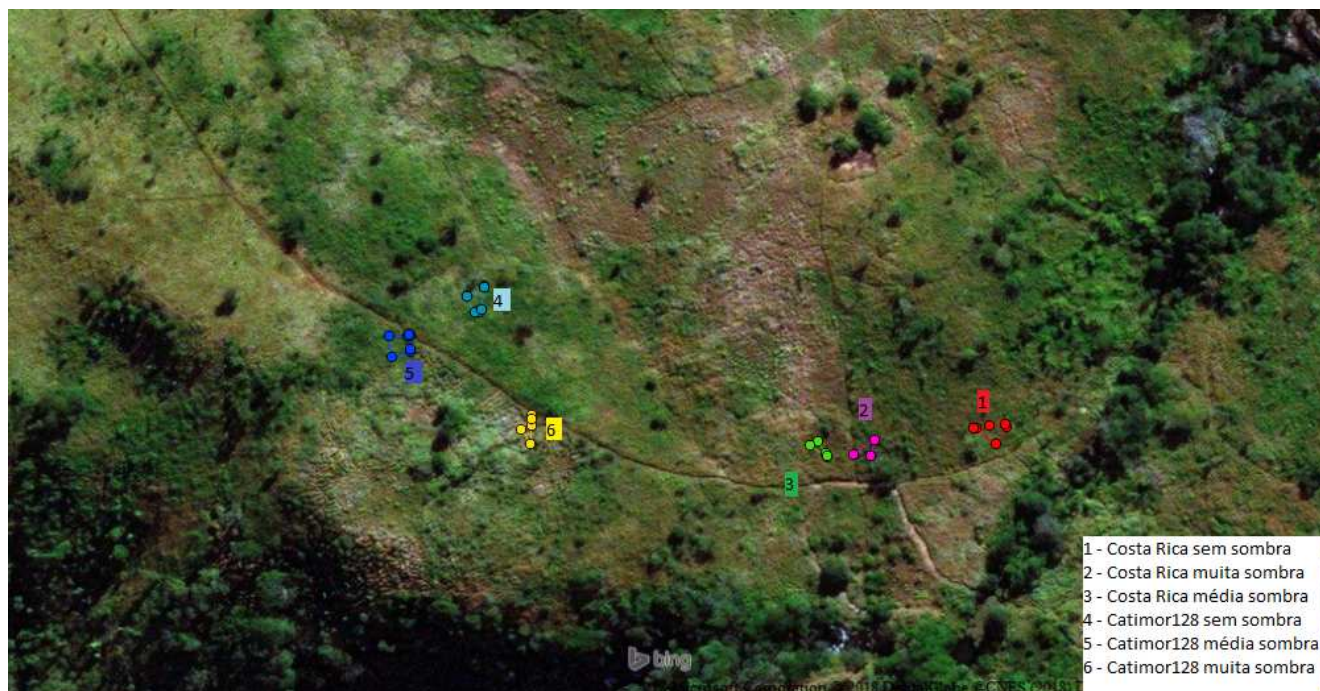


Figura 10 - Vista geral das áreas selecionadas

Variáveis a medir:

Peso do grão de café verde colhido no período de colheita (número de colheitas dependente do estado de maturação dos frutos).

Tratamento estatístico:

Os resultados que obtivermos serão tratados estatisticamente com one-way ANOVA, seguido, se necessário da comparação de médias pelo método de Tukey.

7. Resultados

Após o tratamento estatístico dos dados recolhidos, por variedade, obtiveram-se os resultados que se apresentam nas Figuras 9 e 10.

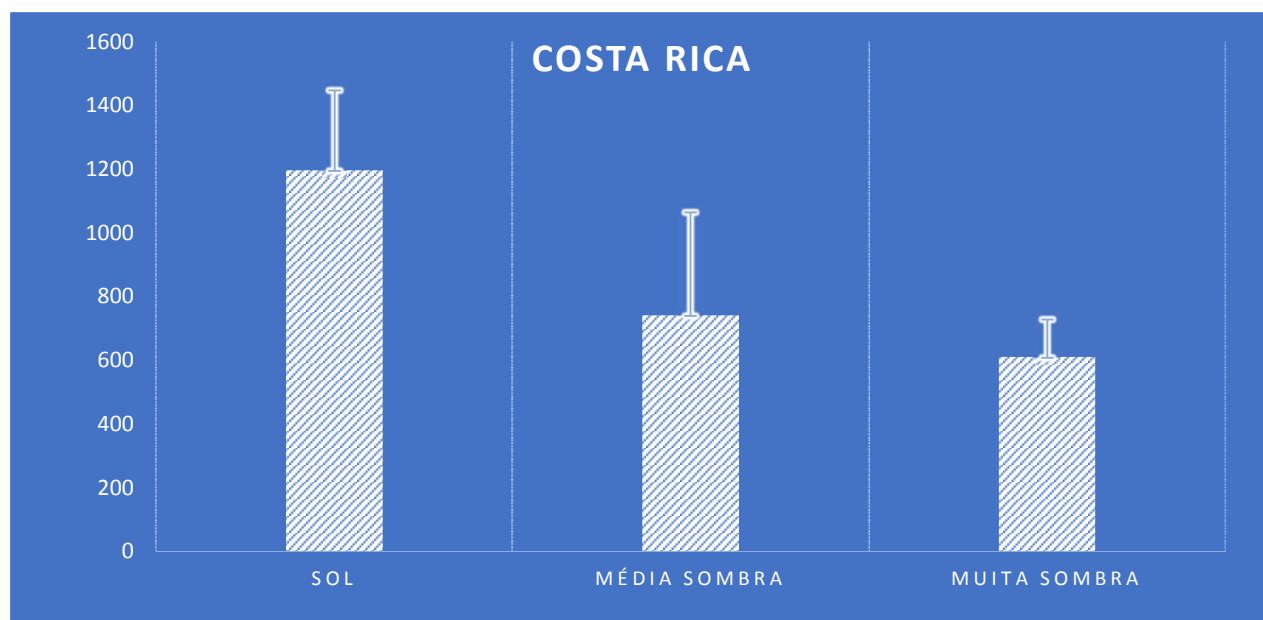


Figura 11 - Produtividade estimada por hectare (kg) para a variedade Costa Rica

Na figura 11, que diz respeito à variedade Costa Rica, podemos ver a produção média e respetivo desvio padrão de café verde, por hectare, para cada uma das condições de sombra definidas.

Para o cálculo dos valores médios foram utilizados os valores de produtividade obtidos pelas 8 plantas marcadas em cada talhão.

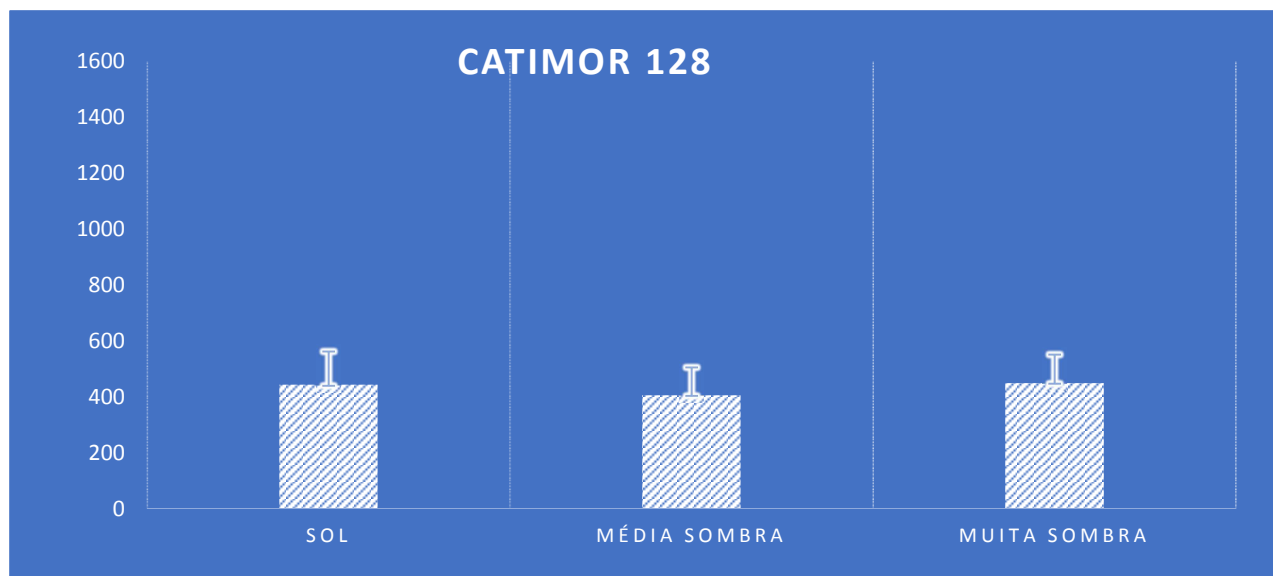


Figura 12 - Produtividade estimada por hectare (kg) para a variedade Catimor128

A figura 12, diz respeito aos valores estimados por hectare de produção de café verde na variedade Catimor128 para as diferentes condições de sombra.

À semelhança da figura 8 estão também incorporados os valores dos respectivos desvios padrão.

No cálculo dos valores médios foram utilizados os valores de produtividade obtidos pelas 8 plantas marcadas em cada talhão.

| | | |
|--------------|---------|--------|
| Sol | 1196,25 | 250,54 |
| Média Sombra | 740,85 | 321,78 |
| Muita Sombra | 609,95 | 116,34 |

8. Discussão

Como já referimos, vamos sempre avaliar cada variedade individualmente. As duas variedades não devem ser comparadas entre si em termos produtivos, nesta fase, porque embora apenas distanciadas por 1 ano de desenvolvimento, esta diferença em plantas jovens tem uma grande importância. Assim, temos:

Costa Rica:

Nesta variedade, e de acordo com a bibliografia que nos diz que a presença de sombra provoca redução da produtividade, acontece o que seria previsto. É possível identificar (Tabela 5), mesmo em plantas com apenas 4 anos de idade, o efeito da sombra na produtividade do café.

Tabela 5 - Produtividade estimada por hectare(kg) (Costa Rica)

Verifica-se como é evidente que sem sombra a produtividade média é significativamente maior, uma vez que esta é a melhor condição de produção. Em condições de média sombra e muita sombra, a cultura apresenta produções médias que não diferem significativamente.

As produções médias obtidas são no entanto bastante interessantes do ponto de vista dos objetivos deste projeto, uma vez que permitem que o grande objetivo do parque, o da reflorestação, seja possível de conciliar com uma cultura cuja produção possa proporcionar algum lucro.

Estes valores no entanto, devem ser considerados como uma estimativa minimizada da produção a obter.

Em primeiro lugar as plantações analisadas têm apenas 4 anos, o que, de acordo com a bibliografia, corresponde ao início da idade produtiva, esperando-se que as produções aumentem exponencialmente até aos 7/8 anos de plantação.

Por outro lado, o clima registado em 2018 pode ter prejudicado a produção, uma vez que se registarem temperaturas mínimas na estação seca que chegaram a ser 3°C inferiores à media normal, o que pode provocar atraso na maturação dos frutos e a perda de

alguma produção. Também foi registada chuva acima do normal na estação seca, o que vai fornecer água aos cafeeiros numa época em que pode atrasar a maturação dos frutos. Também não sabemos em que medida é que chuvas fortes poderão contribuir para a queda de frutos.

Observámos também um valor elevado dos desvios padrão, reflexo da variabilidade entre as 8 plantas do mesmo nível de sombra. As sementes utilizadas foram importadas do Zimbabwe mas não temos nenhuma garantia da sua homogeneidade.

Tendo como base o valor médio de grão verde colhido por cada condição de sombra, e utilizando valores fornecidos pelo projeto relativamente à percentagem de peso seco e percentagem de perdas na torra, foi possível prever o rendimento em café torrado. Considerando como preço de venda 30€/kg (informação dos responsáveis do projeto), apresentamos na Tabela 6 uma estimativa do rendimento por hectare no ano de 2018. Em condições de sombra e com todas as limitações indicadas, o rendimento em café varia entre 4000 e 5000 Euros.

| Costa Rica | Rendimento (€/hectare) |
|-------------------|-----------------------------------|
| Sol | 7873,66 |
| Média Sombra | 4832,59 |
| Muita Sombra | 3999,89 |

Tabela 6 - Rendimento Costa Rica (€/hectare)

Catimor128:

Para a variedade Catimor128, os resultados não são conclusivos (Tabela 7). Estas plantações têm apenas 3 anos e , como indicado na bibliografia, o efeito da sombra não se faz sentir em plantas até aos 3 anos (Jaramillo-Botero, Silva Santos, Prieto Martinez, Cecon, & Pereira Fardin, 2010)

| Fator | Média | Desv.p. |
|-----------------|--------------|----------------|
| Sol | 442,67 | 120,15 |
| Média sombra | 404,96 | 100,41 |
| Muita sombra | 449,35 | 100,47 |

Tabela 7 - Produtividade estimada por hectare(kg) (Catimor128)

Vemos de facto que, tanto sem sombra como na Média a Muita sombra os valores médios de produção de grão verde não apresentam diferenças significativas, não manifestando efeito da condição de sombra.

Também aqui estes valores serão terão sido influenciados pela condições de temperatura e precipitação de 2018, sendo certamente inferiores às de um ano de condições climáticas próximas da média.

| Catimor128 | Rendimento (€/hectare) |
|-----------------|---------------------------|
| Sol | 2909,01 |
| Média Sombra | 2649,30 |
| Muita Sombra | 2988,76 |

Tabela 8 - Rendimento Catimor128 (€/hectare)

Procedendo de igual modo ao já referido para a variedade Costa Rica, para obter uma estimativa do rendimento por hectare no ano de 2018, na variedade Catimor128 (Tabela 8)

Á semelhança do que já foi dito em relação à produção também o valor do rendimento reflete a ausência de diferenças notórias entre os níveis de sombra.

No entanto, mesmo para plantas de apenas 3 anos, no início de fase produtiva, temos estimativas de rendimento de 3000 Euros por hectare, o que representa uma mais valia para os objetivos do projeto.

9. Conclusão

A realização deste trabalho, teve como grande objetivo analisar o comportamento de duas variedades de café arábica, Costa Rica e Catimor128, sujeitas a diferentes níveis de sombra, tendo como base um projeto instalado na Serra da Gorongosa, Moçambique. O projeto é relativamente recente, sendo a idade das plantações mais antigas 4 anos para a variedade Costa Rica e 3 anos para a variedade Catimor128.

No caso da variedade Catimor128, a ausência de resultados significativos pode ser explicada pela idade das plantas. O acompanhamento ao longo dos próximos anos será essencial para perceber qual o nível de sombra mais adequado.

No caso da variedade Costa Rica os resultados obtidos permitem-nos começar a perceber o seu comportamento face ao nível de sombra, mas de igual modo é necessário um acompanhamento ao longo de vários anos para confirmar estes resultados.

O objetivo do projeto na Serra da Gorongosa é em primeiro lugar reflorestar e se possível produzir café como cultura de rendimento em condições de sombra. Assim, podemos retomar a pergunta que colocámos nos objetivos do trabalho:

Que nível de sombra será o mais adequado para a produção de café?

Embora com resultados ainda muito preliminares e eventualmente com estimativas minorizadas, o rendimento médio por hectare na variedade Costa Rica em Média e Muita sombra varia entre 5000 e 4000 euros, enquanto na variedade Catimor128 é nas duas condições de sombra de 3000 euros. Do ponto de vista fisiológico o nível de Média sombra será certamente o melhor do ponto de vista do rendimento do café.

Assim parece possível associar a produção de café em sombra com a reflorestação da serra da Gorongosa, prevenindo a crescente desflorestação pela existência de um rendimento agrícola, ou seja usando um sistema agroflorestal sustentável, que responde simultaneamente às exigências ambientais, económicas e sociais.

10. Referências

- Banker, R., Charnes, A., & Cooper, W. (Setembro de 1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*.
- C. Ramalho, J., L. Quartin, V., Leitão, E., Campos, P., Carelli, M., Fahl, J., & Nunes, M. (2003). Cold Acclimation Ability and Photosynthesis among Species of the Tropical Coffea Genus. *Plant Biology* 5, pp. 631-641.
- Caporal, F., & Costabeber, J. (Julho/Setembro de 2002). Análise multidimensional da sustentabilidade: uma proposta metodológica a partir da agroecologia. *Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável*.
- Carpanezzi, A. A. (1998). Espécies para Recuperação Ambiental. *Embrapa Florestas - Artigo em anais de congresso*, pp. 43-53.
- Casasbuenas, C. (2017). Coffea Arabica - A monograph. *Agricultural Science* 2016-17.
- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*.
- Coffehunter - Knowledge center. (s.d.). Obtido de coffehunter: <https://www.coffehunter.com>
- Correia, A. (1990). Influência da torra na evolução dos ácidos clorogénicos do café. *Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia*.
- Correia, A. M. (2003). O Ensombramento e os Sistemas Agroflorestais.
- Costa, A. A. (Dezembro de 2010). AGRICULTURA SUSTENTÁVEL I: CONCEITOS. *Revista de Ciências Agrárias*.
- Coste, R. (1955). *Les Caféiers et les Cafés dans le Monde*. Paris: Éditions Larose.
- Dubberstein, D., Rodrigues, W., P. Rodrigues, A., P. Pais, I., E. Leitão, A., L. Partelli, F., . . . C. Ramalho, J. (2018). Mitigation of the Negative Impact of warming on the Coffee

- crop: The Role of Increased Air [CO₂] and Management Strategies. *Climate Resilient Agriculture - Strategies and Perspectives*, pp. 57-85.
- Ehrmann, M., & Kleinhanss, W. (2008). Review of concepts for the evaluation of sustainable agriculture in Germany and comparison of measurement schemes for farm sustainability. *Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie*.
- Godoy Junior, C., & Graner, E. (1959). Sombreamento dos cafèzais - Resultados de três ciclos bienais (1953/1958) obtidos na escola 'Luiz de Queiróz'.
- Gonçalves Gomes, E., Correia Baptista Soares de Mello, J., & de Carvalho Mangabeira, J. (Janeiro/Abril de 2009). Estudo da sustentabilidade agrícola em município amazônico com análise envoltória de dados. *Pesquisa Operacional*.
- Graner, E. A., & Junior, C. G. (1962). Sombreamento dos Cafezais.
- Jaramillo-Botero, C., Silva Santos, R., Prieto Martinez, H., Cecon, P., & Pereira Fardin, M. (Dezembro de 2010). Production and vegetative growth of coffee trees under fertilization and shade levels. *Scientia Agricola*.
- L. Partelli, F., V. Araújo, A., D. Vieira, H., M. Dias, J., T. de Menezes, L., & C. Ramalho, J. (Novembro de 2014). Microclimate and development of 'Conilon' coffee intercropped with rubber trees. *PAB*, pp. 872-881.
- LIN, B. B. (2009). Coffee (Café arabica var. Bourbon) Fruit Growth and Development Under Varying Shade Levels in the Soconusco Region of Chiapas, Mexico. *Journal of Sustainable Agriculture*.
- MacDicken, K. (1988). Nitrogen Fixing Trees for Wastelands. *FAO Regional Office for Asia and the Pacific*.
- Melke, A., & Ittana, F. (2015). Nutritional Requirement and Management of Arabica Coffee (*Coffea arabica* L.) in Ethiopia: National and Global Perspectives. *American Journal of Experimental Agriculture*.
- Meteorologia Gorongosa.* (s.d.). Obtido de Meteoblue: https://www.meteoblue.com/pt/tempo/previsao/modelclimate/serra-da-gorongosa_rep%c3%bablica-de-mo%c3%a7ambique_1045786
- Moore, D. (2011). *ECOLOGICAL FOOTPRINT ANALYSIS*. San Francisco: GLOBAL FOOTPRINT NETWORK.

- Morais, H., Caramori, P., de Arruda Ribeiro, A., Carlos Gomes, J., & Sei Koguishi, M. (Maio de 2006). Microclimatic characterization and productivity of coffee plants grown under shade of pigeon pea in Southern Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*.
- Morais, H., Marur, C. J., Caramori, P. H., Ribeiro, A. M., & Gomes, J. C. (Outubro de 2003). Physiological characteristics and growth of coffee plants grown under shade of pigeonpea and unshaded. *Pesquisa Agropecuária Brasil*.
- National Oceanic and Atmospheric Administration - Clima Chimoio. (s.d.). Obtido de NOAA - Climate Data: <https://www.noaa.gov/>
- Oliosí, G., D. Giles, J., P. Rodrigues, W., C. Ramalho, J., & L. Partelli, F. (4 de Outubro de 2010). Microclimate and development of *Coffea canephora* cv. Conilon under different shading levels promoted by Australian cedar (*Toona ciliata* M. Roem. var. *Australis*). *Australian Journal of Crop Science*, pp. 528-538.
- Plants of Africa*. (s.d.). Obtido de SANBI: <https://www.sanbi.org/>
- Purushothaman, S., & Abraham, R. (2011). Scaling up and Sustainability: the experience of rural India. *Sustentabilidade em Debate*.
- Raj, A. J., & Lal, S. (2014). Agroforestry: Theory and Practices. *Scientific Publishers (India)*.
- Ribaski, J., Montoya, L. J., & Roque Rodigheri, H. (2002). Sistemas Agroflorestais: aspectos ambientais e socioeconômicos . *Informe Agropecuário*, pp. 61-67.
- Ribeiro, A., M Romeiras, M., Tavares, J., & T Faria, M. (2010). Ethnobotanical survey in Canhane village, district of Massingir, Mozambique: medicinal plants and traditional knowledge. *JOURNAL OF ETHNOBIOLOGY AND ETHNOMEDICINE*.
- Rigueiro-Rodríguez, A., McAdam, J., & Mosquera-Losada, M. R. (2009). Em *Agroforestry in Europe: Current Status and Future Prospects* (pp. 1-5). Springer.
- Rodríguez, L., Valdés, R., Verdecia, J., Arias, L., Medina, R., & Velasco, E. (2001). Growth, relative water content, transpiration and photosynthetic pigment content in coffee trees (*Coffea arabica* L.) growing at different sunlight regimes. *Cultivos Tropicales*.
- Sanchez, P., & Palm, C. (1996). Nitrogen and phosphorus in African soils - what role for agroforestry? *ICRAF*.
- Santos, J., Souza, F., Costa, J., & Santos, M. (2004). Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia. *Embrapa*.
- Shermann, S., & Martin, F. (1992). Agroforestry Principles. *Echo Technical Note*.

Silva Cardoso, A. (1994). *Café - Cultura e tecnologia primária*. Lisboa: Ministério do Planeamento e da Administração do Território .

Teixeira Romão Sequeira, A. (2014). *Práticas de sustentabilidade agrícola numa empresa de produção de uva - Estudo de Caso*.

World coffee research - Varieties. (s.d.). Obtido de worldcoffeeresearch: <https://varieties.worldcoffeeresearch.org/>

ZAHM, F., GIRARDIN, P., MOUCHET, C., VIAUX, P., & VILAIN , L. (Dezembro de 2005). De l'évaluation de la durabilité des exploitations agricoles à partir de la méthode IDEA à la caractérisation de la durabilité de la «ferme européenne» à partir d'IDERICA. *l'Université Paul Cézanne (Aix-Marseille III, France)*.